Ein Beitrag zur sachmäßigen Bewertung anstehender Steinkohle

Von der

Technischen Hochschule zu Breslau

zur Erlangung der Würde
eines Doktor-Ingenieurs

genehmigte

DISSERTATION

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. KARL ZOBEL aus Jünkerath (Eifel)

Referent: Professor Dr.-Ing. W. Groß
Korreferent: Professor Dr.-Ing. G. Spackeler

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Mai 1931

Ein Beitrag zur sachmäßigen Bewertung anstehender Steinkohle

Von der

Technischen Hochschule zu Breslau

zur Erlangung der Würde
eines Doktor-Ingenieurs

genehmigte

DISSERTATION

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. KARL ZOBEL aus Jünkerath (Eifel)

Referent: Professor Dr.-Ing. W. Groß
Korreferent: Professor Dr.-Ing. G. Spackeler

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Mai 1931

Essen 1931
Verlag Glückauf, G.m.b.H.

*2.4565

Sonderabdruck aus den Heften 45 und 46 des Jahrgangs 1931
der Berg- und Hüttenmännischen Zeitschrift »Glückauf«.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Im Erzbergbau ist schon lange die Bewertung einer Lagerstätte in der Grube nach den Ergebnissen von Schlitz- und Hackproben üblich. Sie gibt außer der Angabe des tatsächlichen Metallgehaltes einen Anhalt zur Überwachung der Wäsche und ermöglicht eine zweckmäßige Anpassung der Förderung an die Marktlage. Im Kohlenbergbau pflegt man bisher Untersuchungen jedes einzelnen Flözes nicht vorzunehmen. Damit besteht in der Selbstkostenberechnung eine Lücke, die sich durch die Schwierigkeit einer das ganze Flöz erfassenden Probenahme erklärt. Der erstgenannte Verfasser hat schon früher[1] auf die Notwendigkeit einer planmäßigen Untersuchung sämtlicher Flöze zur Bewertung der Förderung einer Grube hingewiesen. Nur dadurch kann man die Abbaupläne so gestalten, daß dem Wäschebetrieb möglichst gleichartiges Gut zugeführt und damit ein stetiges Ausbringen gewährleistet wird. Vor allem aber vermag man die Förderung der Marktlage mit ihrem schwankenden Bedarf hinsichtlich der Kohlensorten und Aschengehalte weitestgehend anzugleichen. Wesemann bemerkt bei Besprechung der Kosten und Unkosten in der bergbaulichen Selbstkostenberechnung[2], daß es an einer Maßnahme fehle, welche die Kosten einer Tonne Gasflamm-, Gas-, Fett- oder Magerkohle auf derselben Zeche getrennt zu errechnen gestatte. Die vorliegende Arbeit versucht daher die Lösung der Aufgabe, den Verkaufswert von 1 m³ anstehender Kohle der einzelnen Flöze einer ganzen Grube zu erfassen. Die Grundlage der Berechnung bildet der ideelle Verkaufswert ohne Berücksichtigung der Verluste durch Abbau, Förderung und Aufbereitung sowie ohne Einrechnung der Gestehungskosten. Mit Absicht ist dieser Wert gewählt worden, weil sich daraus unter Einsatz der Verluste und Selbstkosten der höchste tatsächliche Wert eines Flözes feststellen läßt. Ferner ermöglicht er den Nachweis der entstandenen Verluste, so daß man ihnen nachgehen und sie gegebenenfalls ausschalten kann. Die Ermittlung des Gütegrades eines Flözes erfolgt bisher allgemein noch auf Grund der Aschengehalte oder der Heizwerte, ohne daß man dabei den von den Marktverhältnissen bedingten Wert der einzelnen Kornklassen berücksichtigt. Das nachstehend mitgeteilte Verfahren bietet die Möglichkeit, den ideellen Verkaufswert von 1 m³ anstehender Kohle und damit auch den tatsächlichen Verkaufswert nach den angegebenen Gesichtspunkten zu ermitteln.

Allgemeiner Gang der Untersuchung.

Der mengenmäßige Klassenanfall des Fördergutes wird durch Absieben festgestellt, während die zum Klassenanfall gehörige mögliche Verkaufsmenge (das Ausbringen) durch die Waschkurve bestimmt ist, die bei angesetztem Aschengehalt das anteilmäßige Ausbringen an Reinkohle, Mittelprodukten und Bergen erkennen läßt. Die Siebanalyse der Reinkohle ergibt schließlich den mengenmäßigen Anfall der einzelnen Kornklassen mit ihren verschiedenen Preisen. Beim Aufstellen der Waschkurve ermittelt man außerdem die spezifischen Gewichte der einzelnen Rohkohlenklassen und durch Umrechnung das Gewicht von 1 m³ anstehender Kohle.

Probenahme.

Die Untersuchung beginnt mit der Probenahme, die vielleicht den technisch schwierigsten Teil des ganzen Bewertungsverfahrens darstellt. Von jedem Flöz, das einen erheblichen Beitrag zur Gesamtförderung liefert, ist Probe zu nehmen. Der Unkosten wegen bleiben Versuchsbetriebe, auf die im einzelnen nicht mehr als 2% und zusammen nicht mehr als 5% der Förderung entfallen, unberücksichtigt. Diese Zahlen haben sich bei den durchgeführten Untersuchungen als zweckmäßig erwiesen. Befindet sich aber eins dieser Flöze in der Ausrichtung und soll es mit erheblichem Anteil in Förderung kommen, so ist die Probenahme wichtig, damit man Aufschluß erhält, ob die Steigerung des Abbaus in diesem Flöz vom Gesichtspunkt der vorliegenden Arbeit aus wirtschaftlich gerechtfertigt ist. Die Probe muß in jeder Hinsicht die gleiche Zusammensetzung wie die Gesamtmenge der aus dem betreffenden Flöz gewonnenen Förderkohle aufweisen und für lange Zeit vertretbar sein. Um eine Probe zu erhalten, die hinsichtlich des Anfalls an Kornklassen und der Verunreinigungen dem Aufgabegut der Wäsche entspricht, muß man den tatsächlichen Abbau- und Gewinnungsverhältnissen Rechnung tragen. Gehackte Proben vom Stoß, wie sie im Erzbergbau zur Ermittlung der Metallgehalte üblich sind, können wegen der damit verbundenen Zerkleinerung im vorliegenden Falle keine Anwendung finden. Ist ein Flöz im Fallen und Streichen mit zahlreichen Betriebspunkten aufgeschlossen, so müssen die Proben im Verhältnis zur Fördermenge dieser Stellen gezogen und gemischt werden. Die anteilmäßige Mischung ist notwendig wegen des möglichen verschiedenen Verhaltens des Flözes an den aufgeschlossenen Punkten sowie wegen des durch die wechselnden Druckverhältnisse und Abbauverfahren bedingten verschiedenen Anfalls der einzelnen Klassen und der Verunreinigungen. Untersucht man dagegen jeden Abbaupunkt getrennt, so gewinnt man — gleichmäßiges Verhalten des Flözes vorausgesetzt — einen Anhalt für die Einwirkung von Druck, Abbauart und Abbaugeschwindigkeit auf den Klassenanfall[1]. Gleich-

[1] Kohle Erz 1925, Sp. 682.
[2] Braunkohle 1930, S. 881.

[1] Wedding: Mittel und Wege zur Erhöhung des Stück- und Grobkohlenanfalls im Untertagebetrieb des Ruhrkohlenbergbaus, Bericht 1 des Stückkohlenausschusses beim Verein für die bergbaulichen Interessen in Essen, 1931.

zeitig läßt diese getrennte Untersuchung erkennen, ob der Aschengehalt des Fördergutes naturgegeben oder durch Berge vergrößert ist, die aus dem infolge unplanmäßigen Abbaus zertrümmerten Hangenden oder Liegenden herrühren können. Je zahlreicher die Betriebspunkte sind, desto sicherer kann ein Flöz bemustert werden. Im neuzeitlichen Großabbau gestaltet sich die Probenahme schwieriger, weil hier nur wenige lange Streben die Förderung liefern. Erst die besondere Untersuchung eines Flözes auf seine Gleichartigkeit in streichender und fallender Ausdehnung gewährleistet eine zuverlässige Probe. Je wechselnder ein Flöz in seiner Zusammensetzung ist, desto schwieriger wird die Probenahme. Die Untersuchungsergebnisse haben daher nur Gültigkeit, solange keine wesentlichen Veränderungen im Stoß eingetreten sind.

Bemessung der Probemenge.

Die Proben selbst werden am besten übertage aus den Förderwagen entnommen, deren Pflocknummer über den Abbauort unterrichtet. Grundsätzlich soll man ohne besondere Schonung den üblichen Förderweg wählen, damit die Probe derselben Behandlung ausgesetzt ist wie die Masse des von ihr vertretenen Fördergutes. Ebenso wichtig wie die richtige Bemusterung der Flöze ist die Feststellung der Probemenge, die zur Verarbeitung kommen soll. Im Schrifttum findet man fast gar keine Angaben über die erforderlichen Mindestmengen für Kohlenuntersuchungen. Die nachstehenden englischen Hinweise sind theoretisch nicht näher begründet.

Korngröße mm	Probemengen nach Chapman und Mott[1] kg	Korngröße mm	Probemengen nach Earl, Milliam u. Bird[2] kg
— 3	0,03	—	—
3— 6	0,20	—	—
6—13	1,00	5—10	22,600
13—25	14,50	10—19	56,500
25—51	100,00	19—38	113,000
+51	200,00	38—76	226,000

[1] Fuel 1927, S. 392. — [2] Coll. Guard. 1924, Bd. 127, S. 1187.

Die theoretische Begründung der Mindestprobemenge ist schwierig; eine für jede Kohle gültige Regel läßt sich jedenfalls nicht aufstellen. Bekannt ist die Abhängigkeit der Menge von der Korngröße und der mehr oder minder ungleichmäßigen Zusammensetzung der Kohle. Von der reinsten Kohle bis zu den reinsten Bergen bestehen alle möglichen Verwachsungen zwischen Kohle, Schiefer, Sandstein, Kohleneisenstein, Schwefelkies usw. Im groben Korn ist die Möglichkeit von Verwachsungen am größten, während das feinere Korn, aufbereitungstechnisch gesprochen, weitgehend aufgeschlossen ist, Kohle und Berge also getrennt nebeneinander vorhanden sind. Von der Grobkornklasse muß die größte Probe gezogen werden, damit darin Stücke mit allen Verwachsungsarten vorkommen. Je einheitlicher dagegen die Kohle ist, desto kleinere Probemengen stellen die tatsächliche Zusammensetzung dar. Die praktische Ermittlung der Mindestprobemengen erfolgt daher am besten durch planmäßige Verminderung oder Vermehrung der Probe und durch Vergleich der Ergebnisse. Welche Mengen der vorliegenden Untersuchung zugrunde gelegt worden sind, wird im zweiten Teil der Arbeit erläutert.

Die Untersuchung beginnt mit der Feststellung der Hauptlieferflöze, die nach den angegebenen Gesichtspunkten zu berücksichtigen sind. Hat man sich für eine durch die einzelnen Kornklassen bestimmte Probemenge entschieden, so geben die statistischen Angaben der Grube über den Stückkohlenanfall Fingerzeige für die insgesamt zu ziehende Probemenge; in dieser Gesamtprobe muß nämlich von jeder zu untersuchenden Kornklasse die erforderliche Menge enthalten sein. Macht man dann noch die Voraussetzung, daß die Kornverteilung in den Bergen ähnlich ist wie in der Reinkohle — die Grubenstatistik sagt nichts darüber aus —, so erhält man den anteilmäßigen Stückanfall in der Rohkohle (hypothetische Analyse der Rohkohle). Hierauf überzeugt man sich durch den Augenschein, daß sich das zu untersuchende Flöz im Stückanfall nicht wesentlich von den übrigen Flözen unterscheidet. Ist die für die einzelnen Kornklassen notwendige Menge festgestellt worden, so gibt der aus den Förderlisten ersichtliche tägliche Förderdurchschnitt der einzelnen Stellen an, wie die einzelnen Ortsproben mengenmäßig zu mischen sind, damit eine Probe der wahren Flözbeschaffenheit entsteht. Selbstverständlich ist darauf zu achten, daß die Punkte normale Förderung liefern, daß nicht gerade ein Bruch gefallen ist oder der Stoß irgendeine ungewöhnliche Zusammensetzung zeigt. Die zur Untersuchung erforderliche Probemenge wird dann schließlich aus einer vielfachen Menge heruntergeviertelt.

Siebanalyse des Fördergutes.

Erfolgen die Versuche im Laboratorium und nicht auf der Anlage selbst, so wird man zur Erleichterung der Beförderung hier bereits die zum Klauben bestimmte Kornklasse durch Aussiebung abscheiden und die Klaubung mit besonderer Sorgfalt vornehmen, wie es im Betriebe üblich ist. Um nicht unnötig viel feines Gut befördern zu müssen, siebt man zweckmäßig auch die Grobkornklasse schon auf der Grube ab, besonders wenn sie gegenüber dem feinern Gut in geringem Hundertsatz anfällt. Nach Feststellung der Gewichtsmengen der einzelnen Kornklassen entnimmt man dem feinern Gut die zur Untersuchung benötigte Durchschnittsprobemenge.

Die Untersuchung im Laboratorium beginnt mit der Siebanalyse des Fördergutes. Für die Wahl der Siebskala können drei Gesichtspunkte maßgebend sein. Ist keine Wäsche vorhanden oder geplant, so kommt es bei der Absiebung nur auf die Ermittlung der Unterlagen zur Aufstellung der Waschkurve an. Ist bei den Versuchen kein Abrieb zu erwarten, so klassiert man zweckmäßig sofort nach den Verkaufsklassen. Bei Vorhandensein einer Wäsche erfolgt die Klassierung entsprechend dem Arbeitsgang, da nunmehr die Waschkurven für die einzelnen Kornklassen so aufgestellt werden müssen, wie sie die Grubenwäsche verarbeitet. Die Laboratoriumswaschkurven dienen dann gleichzeitig zur Überwachung und Ermittlung des Wirkungsgrades der Wäsche und ihrer einzelnen Einrichtungen.

Setzversuche; Schwimm- und Sinkanalysen.

Die besten Grundlagen für die Aufstellung der Waschkurven gäbe die Schwimm- und Sinkanalyse in schweren Lösungen, jedoch würden die Kosten bei den erheblichen Probemengen der groben Kornklassen infolge des erheblichen Verbrauches an schweren

Lösungen zu hoch. Für grobes Korn sind Setzversuche auf entsprechenden Vorrichtungen der Schwimm- und Sinkanalyse gleichwertig[1]. Die groben Kornklassen sind dann auf geeigneten Versuchssetzmaschinen, die bestimmte Mengen aufzunehmen und eine entsprechende Schichthöhe zu verarbeiten vermögen, so zu setzen, daß sie eine Unterteilung in zwei oder mehr Fraktionen mit zunehmendem spezifischem Gewicht zulassen.

Nach dem Setzen werden die spezifischen Gewichte der einzelnen Fraktionen bestimmt, eine Maßnahme, die nicht nur zur Ermittlung des spezifischen Gewichtes der anstehenden Kohle dient, sondern auch zur Nachprüfung des richtigen Verlaufes eines Setzversuches. Nach der Trocknung wird der gewichtsmäßige Anfall der einzelnen Schichten bestimmt und eine Durchschnittsprobe verascht. Damit sind alle Unterlagen zur Aufstellung von Waschkurven gewonnen.

Abrieb.

Der bei den Setzversuchen entstandene Abrieb wird sorgfältig aufgefangen und der Schwimm- und Sinkanalyse unterworfen. Der Abrieb ist nicht nur für die stoffliche Zusammensetzung, sondern auch für den Wäschewirkungsgrad wichtig. Man könnte allerdings der Ansicht sein, daß hier ein Fehler bei der Ermittlung vorliegt, da nur die Setzversuche, nicht aber die Schwimm- und Sinkanalysen Abrieb ergeben. Für den stofflichen Inhalt von 1 m³ anstehender Kohle ist die Entstehung des Abriebs belanglos, weil er mit erfaßt wird. Als Vorbereitung für die Untersuchung eines Wäschewirkungsgrades bietet der ermittelte Abrieb einen wertvollen Anhalt für den Mindestabrieb, der bei den entsprechenden Maschinen tatsächlich entstehen wird. Aus seiner Waschkurve läßt sich ersehen, ob eine Nachverarbeitung dieses Abriebs lohnt.

Die restlichen Kornklassen werden, da ihre Probemenge klein genug ist, durch Abtrennung in schweren Lösungen untersucht, und zwar 1. durch Abschöpfen bei schnell fallendem Gut, 2. durch Schwimm- und Sinkanalyse in dem von Groß vorgeschlagenen Gefäß bei kleinern Kornabmessungen[2] und 3. durch Zentrifugieren bei den feinsten Stauben[3]. Als Trennflüssigkeiten dienen ihrer leichten Handhabung und der geringen Viskosität wegen organische Gemische von Xylol mit dem spezifischen Gewicht 0,852 bei 18° C, Tetrachlorkohlenstoff (spezifisches Gewicht 1,6) und Azetylentetrabromid (spezifisches Gewicht 2,9). Anorganische Lösungen, wie Zinkchlorid oder Schwefelsäure, zu benutzen, empfiehlt sich nicht wegen der ihnen anhaftenden großen Mängel[2].

Sind nun sämtliche Kornklassen nach steigendem spezifischem Gewicht getrennt, so erfolgt die Unterteilung des als Verkaufskohle anzusehenden Gutes in die handelsüblichen Kornklassen (Sorten). Damit sind durch Versuch die Unterlagen für die Berechnungen gefunden. Weitere Ermittlungen, wie Heizwertbestimmungen, Prüfung der Verkokbarkeit oder der Zweckmäßigkeit einer Nachaufbereitung der Mittelprodukte usw., lassen sich zwanglos in den Untersuchungsgang einfügen.

Berechnung der Ergebnisse.

Aus den Ergebnissen des Probesetzens sowie der Schwimm- und Sinkanalysen werden in der üblichen Weise die Waschkurven aufgestellt[1]. Zur Erzielung zuverlässiger Ergebnisse sind von jeder Kornklasse so lange Versuche durchzuführen, bis eine praktisch vollständige Übereinstimmung der Waschkurven erreicht worden ist. Ein Schwanken des ermittelten Durchschnittsaschengehaltes von etwa 2% kann als zulässig angesehen werden, nicht etwa, weil die angewandten Untersuchungsverfahren keine genauere Feststellung erlauben, sondern weil die Probenahme immer mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sein wird, die das Endergebnis aber nicht merkbar beeinflußt.

Aus sämtlichen Waschkurven der einzelnen Kornklassen und des Abriebs erfolgt für jedes Flöz die Aufstellung der Hauptwaschkurve. Die ganze Probemenge abzüglich des Klaubegutes wird gleich 100 gesetzt (entsprechend dem Aufbereitungsverlauf einer etwa vorhandenen Wäsche); die Kornklassen sind nach ihren aus der Siebanalyse des Waschgutes ermittelten Mengen anteilmäßig einzusetzen. Man könnte nun sämtliche Fraktionen nach zunehmendem spezifischem Gewicht geordnet aneinanderreihen. Das empfiehlt sich aber nicht, denn obwohl zweifellos eine Beziehung zwischen spezifischem Gewicht und Aschengehalt besteht, steigen doch die Aschengehalte nicht so genau in Bruchteilen von Hundertteilen, wie es in der Waschkurve nötig ist. Deswegen ordnet man die Fraktionen nach steigendem Aschengehalt und zeichnet dann wie üblich die Waschkurve.

Nachdem aus den Waschkurven der einzelnen Kornklassen für jedes Flöz die Hauptwaschkurven aufgestellt worden sind, die gleichzeitig zur Überwachung des Wäschebetriebes dienen, wird in gleicher Weise aus allen Hauptwaschkurven die Gesamtwaschkurve der ganzen Förderung ermittelt. Hierzu entnimmt man aus der Betriebsstatistik die Unterlagen für den anteilmäßigen Mengenanfall der einzelnen Flöze an der Förderung, und zwar am besten als Durchschnitt aus den letzten Betriebsmonaten.

Die Hauptwaschkurven geben schon recht wichtige Aufschlüsse, denn man ersieht daraus, welche Mengen von Verkaufskohle, Mittelprodukten und Bergen mit einem bestimmten Aschengehalt ein Flöz bestenfalls zu liefern vermag. Vor allem ermöglichen sie einen Vergleich zwischen den einzelnen Flözen, deren Aufbereitbarkeit sie kennzeichnen. Allerdings sagen die Hauptwaschkurven nichts über das Ausbringen an Reinkohle, Mittelprodukten und Bergen bei den einzelnen Kornklassen aus, weil sie nur rechnungsmäßig die Mengen sämtlicher gewaschenen Kornklassen zusammen erfassen. So kann z. B. der Fall eintreten, daß Mittelprodukte einer Kornklasse durch das bessere Reinkohlenausbringen einer andern in der Berechnung verschwinden. Im Waschbetriebe selbst läßt sich diese rein rechnerische Zusammenfassung nicht durchführen, weil jede Kornklasse für sich mit verschiedenen Vorrichtungen aufbereitet wird.

[1] Groß: Spezifisches Gewicht und Aschengehalt, Schwimm- und Sinkanalyse oder Probesetzen, Kohle Erz 1928, Sp. 415.

[2] Groß und Härtel: Wie erhält man einwandfreie Ergebnisse von Schwimm- und Sinkanalysen? Kohle Erz 1926, Sp. 347.

[3] Fougner: Über die Trennung feinster Gemische durch Zentrifugieren, Z. Oberschl. V. 1927, S. 618; Groß: Kohlenpetrographische Untersuchungen auf Grund des spezifischen Gewichtes der einzelnen Komponenten, die durch Zentrifugieren in schweren Flüssigkeiten erhalten wurden, Zentralbl. Mineral. 1927, S. 448.

[1] Schennen und Jüngst: Lehrbuch der Erz- und Steinkohlenaufbereitung, 1930, S. 535.

Zur Bewertung von 1 m³ anstehender Kohle können daher nur die Anfallmengen aus den Einzelwaschkurven Verwendung finden; die Hauptwaschkurven reichen, wie ausgeführt, für die Flözbewertung nicht aus, weil der Verkaufserlös für die einzelnen Sorten recht unterschiedlich ist. Die Unterlagen für die Gesamtbewertung geben die Siebanalysen der Verkaufserzeugnisse unter sinnmäßiger Einrechnung des Klaubegutes. Damit sind die Preise je t festgelegt. Zur Ermittlung des Wertes von 1 m³ anstehender Kohle ist dessen absolutes Gewicht aus dem spezifischen Gewicht festzustellen. Am einfachsten könnte dies bei dem Rohfördergut mit Hilfe von Wasserverdrängung erfolgen, praktisch läßt es sich aber bei den großen Mengen schwer durchführen, weil genügend große Gefäße kaum vorhanden sein dürften und die Benetzbarkeit der staubfeinen Kohle sehr gering ist. Deshalb wird das spezifische Gewicht aus den schon bei Aufstellung der Waschkurven errechneten oder bei der Schwimm- und Sinkanalyse gefundenen einzelnen spezifischen Gewichten unter Berücksichtigung des mengenmäßigen Anfalls bestimmt. Nach Feststellung dieser spezifischen Gewichte kann man das absolute Gewicht von 1 m³ Kohle und die darin enthaltenen Kornklassenanteile an Reinkohle, Mittelprodukten sowie Bergen und damit das spezifische Gewicht des ganzen Flözes errechnen.

Beispiel einer durchgeführten Untersuchung.

Nach dem vorstehend dargelegten Verfahren ist die Förderung der Wenceslausgrube in Niederschlesien untersucht worden.

Der Abbau erstreckte sich zur Zeit der Probenahme auf 6 Flöze, von denen 4 den Hauptanteil der Förderung lieferten. Der aus 6 Betriebsmonaten berechnete Durchschnittsanteil betrug für das Wenceslausflöz 49 %, das 3. Wilhelmflöz 28 %, das Neue Flöz 10 % und das 5. Wilhelmflöz 10 %, zusammen 97 %. Die restlichen 3 % der Gewinnung konnten vernachlässigt werden, weil die in Betracht kommenden Flöze sehr wenig oder nur noch aus Restpfeilern förderten.

Wenceslausflöz.

Als wichtigstes wurde zuerst das Wenceslausflöz untersucht, dessen Beschaffenheit bei verhältnismäßig ungestörter Lagerung sehr häufig wechselt. Die Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt 1,8 m. Die Zahl und Stärke der Mittel und vor allem ihre Zusammensetzung ändern sich oft auf kurze Entfernung, wobei sie vielfach aus toniger, lettiger Substanz in festen, stellenweise sandigen Schieferton übergehen. Aus den über Jahre ausgedehnten Aufnahmen der Markscheiderei ergab sich aber doch die durchschnittlich gleiche Ausbildung des Flözes. Die Kohle selbst ist größtenteils von mulmiger Beschaffenheit. Wegen der zur Sicherung gegen Kohlensäureausbrüche vorgeschriebenen Gewinnungsverfahren lassen sich Stückkohlenanfall fördernde Abbauarten nicht anwenden. Das Einfallen des Flözes beträgt etwa 30°. Das Gut läuft von selbst in den Rutschen hinab und wird dadurch bei den üblichen großen Streblängen trotz eingelegter Bremsknüppel weiter zerkleinert.

Die Untersuchung der Waschkohle erstreckte sich auf die Korngrößen von 0 bis 80 mm. Da die vorliegende Arbeit auch als Grundlage für eine Wäscheuntersuchung dienen sollte, unterteilte man die Kornklassen so, wie sie auf der Grube gewaschen werden. Die Aufbereitung erfolgt in nachstehender Weise.

mm	
0–2	Flotation
2–7	Rheowäsche
7–20	Bettsetzmaschine
20–80	Grobkornsetzmaschine
über 80	Klauben

Probenahme und Menge.

Wie bereits erwähnt, ging man für die Bemessung der Probemenge von der Grobkornklasse, in diesem Falle der Korngröße 20–80 mm, aus. Die Gesamtmenge der Probe von 0–80 mm würde nach Earl, Milliam und Bird[1] ungefähr 420 kg betragen. Da unter allen Umständen sichere Ergebnisse erzielt werden sollten und die Versuchssetzmaschine größere Mengen verarbeiten konnte, wurde für jeden einzelnen Setzversuch eine Probemenge von 1 t aufgegeben. Der Vergleich der Ergebnisse dieser Versuche zeigt, daß diese Probemenge jedenfalls vollauf genügt. Bei den folgenden Flözen konnte man bis auf 800 kg je ein Setzen heruntergehen. Ob sich die Probemenge noch weiter vermindern läßt, wäre zu untersuchen.

Nach der Betriebsstatistik betrug der Anfall an Reinkohle von 80–20 mm rd. 10 %, von mehr als 80 mm rd. 3 % der Gesamtförderung. Der Bergegehalt wurde bei dem Rohfördergut mit dem gleichen Hundertsatz in Rechnung gestellt, so daß ein Stückanfall von rd. 25 % in der Kornklasse über 20 mm erwartet werden konnte. Die Versuchsergebnisse bestätigten die Richtigkeit dieser Annahme. Die Laboratoriumsprobemenge über alle Korngrößen, in der 25 % des Gutes von mehr als 20 mm sicher enthalten sind, beträgt demnach 10 t. Diese Menge von 10 t wurde nun auf den Anteil der betreffenden Ortsbetriebe an der Gesamtförderung des Flözes umgelegt, wobei 3 Punkte mit weniger als 40 t täglichem Förderdurchschnitt unberücksichtigt bleiben konnten.

Das Probeziehen erfolgte auf dem Wipperboden. Die entsprechenden Wagen wurden in Abständen der Förderung entnommen; ihre Kennzeichnung und Herkunft war durch die Pflockmarken gegeben. Im ganzen wurden 40 t Fördergut auf 10 t Wipperbodenprobe eingeengt, so daß mit einem brauchbaren Durchschnitt gerechnet werden konnte. Zur Erleichterung der Beförderung schied man den überflüssigen Anteil des Gutes unter 20 mm schon auf dem Wipperboden aus. Nach Feststellung seines Gewichtes wurde das Gut bis zu 20 mm auf etwa 2 t heruntergeviertelt. Diese Probe ging dann mit dem Korn 20–80 mm zum Aufbereitungslaboratorium und wurde hier in die Wäschekornklassen abgesiebt. Der auf das Fördergut umgerechnete Anfall ist für die untersuchten Flöze in der nachstehenden Übersicht enthalten.

Korngröße mm		Wenceslausflöz %	3. Wilhelmflöz %	Neues Flöz %	5. Wilhelmflöz %
	+80,0	8,4	8,0	9,4	7,4
80,0	–20,0	23,2	29,6	22,7	22,7
20,0	– 7,0	19,4	14,0	26,1	22,8
7,0	– 2,0	20,9	27,0	22,0	18,3
2,0	– 0,385	17,6	11,4	11,6	12,2
0,385	– 0,0	10,5	10,0	8,2	16,6

Sämtliche Gewichtsangaben beziehen sich auf lufttrockne Kohle mit einem Grubenfeuchtigkeitsgehalt von höchstens 4 %. Über die benutzten Probemengen unterrichtet die folgende Zusammenstellung.

[1] Coll. Guard. 1924, Bd. 127, S. 1187.

mm		kg
80,0	−20,0	2 mal 1000[1]
20,0	−7,0	2 „ 60[1]
7,0	−2,0	2 „ 1
2,0	−0,385	2 „ 0,5
0,385	−0,0	2 „ 0,08

[1] Für das Grobkorn wählte man bei den spätern Versuchen beim 3. Wilhelmflöz 2mal 700, beim Neuen Flöz und beim 5. Wilhelmflöz 2mal 800 kg, während die Probemenge für die Klasse 20–7 mm auf 48 oder 42 kg vermindert wurde.

Aufbereitung der einzelnen Kornklassen.

Entsprechend dem Aufbereitungsgang der Grube schied man das Gut über 80 mm von Hand. Der Anfall an verkaufsfähigem Gut betrug 2,3 %, der an Bergen 6,1 % der Gesamtprobe.

Die Setzversuche mit der Kohle von 80–20 mm Korndurchmesser wurden auf einer zweisiebigen Versuchssetzmaschine der Schüchtermann & Kremer-Baum A.G. ausgeführt, die zu diesem Zweck eine kleine Umänderung erfahren hatte. Der Setzkasten wurde in der Mitte unterteilt, also nur ein Fach benutzt, damit die Oberfläche des abzuräumenden Setzgutes zur Vermeidung eines ungenauen Abstreichens der Schichten nicht zu groß war. Um eine höhere Setzgutschicht zu erhalten, erhöhte man den Austrag. Das eingelegte Sieb hatte 4 mm Lochweite.

Die Aufgabemenge betrug 2mal 1000 kg. Mit einer Füllung konnten je 160 kg gesetzt werden. Die Schichthöhe schwankte zwischen 20 und 33 cm, je nachdem ob Berge oder Kohlen überwogen. Bei stark bergehaltigem Gut lockert sich das Setzgut wegen der spezifisch schweren Stücke nur ungenügend auf; die Schichthöhe war deshalb zu verringern. Dabei stellte sich heraus, daß der Setzvorgang schneller verlief, wenn man das Gut bei laufender Maschine aufgab, das Setzgut also von Anfang an in Bewegung war. Die Setzdauer betrug bei den spezifisch leichten Schichten etwa 7, bei den schweren Fraktionen 10–12 min. Die Hubhöhe war mit 5 cm, die Hubzahl mit 70 je min konstant. Bei der weichen Beschaffenheit der Kohle mußte man unbedingt darauf achten, daß das Setzen sofort nach Eintritt der Schichtung beendet wurde, damit keine Vermehrung des Abriebs erfolgte. Die

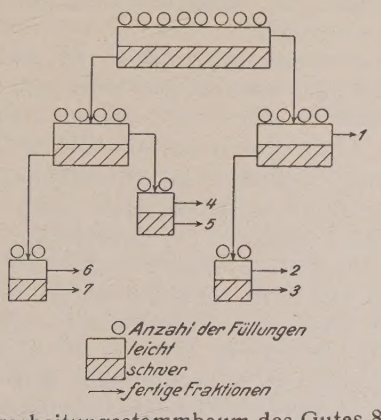


Abb. 1. Verarbeitungsstammbaum des Gutes 80–20 mm.

Setzzeit richtete sich nach der Versuchsdauer auf der U-Setzmaschine[1] die den Setzvorgang im Glaszylinder zu beobachten gestattet. Die Ergebnisse bestätigten die Richtigkeit dieses Verfahrens; die Grobkornsetzmaschine lieferte einwandfrei geschichtetes Gut. Die Schichtentrennung geht wie folgt vor sich. Nach beendetem Setzen einer Füllung vermindert man langsam die Hubzahl, damit das kleinere Korn in der seinem spezifischen Gewicht entsprechenden Schichthöhe abgelagert und nicht herumgewirbelt wird. Nach dem Setzen wird die geschichtete Probe in Hälften getrennt; der Forderung einer Mindesthöhe von 80 mm je abgeräumte Schicht ist Genüge getan, da sie bei 320 mm Gesamtschichthöhe 160 mm beträgt. Das Hälften wiederholt sich so oft, bis die ganze Probe in eine spezifisch leichte und schwere Fraktion getrennt ist. Diese beiden Schichten werden dann in gleicher Weise weiter getrennt. Die Unterteilung geht aus Abb. 1 hervor, wobei zu beachten ist, daß es sich um Volumen-, nicht um Gewichtshundertteile handelt.

[1] Kohle Erz 1928, Sp. 415.

Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

Da man zur Ermittlung des spezifischen Gewichtes der anstehenden Kohle die spezifischen Gewichte der einzelnen Fraktionen kennen muß, werden diese nach dem Wasserverdrängungsverfahren in einem geeichten Kasten bestimmt. Dazu sind von jeder Schicht etwa 50 kg heruntergeviertelt und dann untersucht worden. Der regelmäßige Anstieg der spezifischen Gewichte läßt gleichzeitig den richtigen Ablauf des Setzvorganges erkennen. Das spezifische Gewicht ergibt sich aus der Formel

$$s = \frac{\text{Trockengewicht}}{\text{Trockengewicht} - \text{Unterwassergewicht}}.$$

Die festgestellten spezifischen Gewichte waren:

Schicht	Versuch 1	Versuch 2
1	1,235	1,314
2	1,249	1,329
3	1,283	1,485
4	1,468	1,566
5	2,187	1,759
6	2,369	2,345
7	2,331	2,766

Während beim zweiten Versuch die spezifischen Gewichte regelmäßig ansteigen, ist das beim ersten Versuch bei den Schichten 2 und 7 nicht der Fall. Dieser Fehler läßt sich einmal aus der Ungenauigkeit der verwendeten Vorrichtung erklären, die eine Bestimmung der dritten Stelle hinter dem Beistrich als fraglich erscheinen läßt. Bei Abrundung erhält man für die Schichten 1 und 2 mit $s = 1{,}25$ einen den Verhältnissen entsprechenden genauen Wert. Ferner könnte es sich um ein ungleichmäßiges Porenvolumen handeln. Die Untersuchung der Aschengehalte ergibt aber ein regelmäßiges Ansteigen, und damit ist der Zweck der Schichtenabtrennung erfüllt. Daß die Grobkornsetzmaschine trotz ihrer rohen Arbeit brauchbare Ergebnisse liefert, hat auch eine Heizwertuntersuchung der von ihr getrennten Schichten in Abhängigkeit vom Aschengehalt bewiesen, worüber später noch berichtet werden soll.

Trocknung und Veraschung.

Der Feststellung des spezifischen Gewichtes folgt die Entnahme einer Durchschnittsprobe von etwa 8 kg aus jeder Schicht, die in der bekannten Weise durch Zerkleinern und Vierteln für die Veraschung vorgerichtet wird.

Selbstverständlich muß man die aus der Setzmaschine naß entnommenen Schichten zunächst trocknen. Da im Versuchslaboratorium eine für so große Mengen geeignete Trockeneinrichtung nicht vorhanden war, wurde der Setzmaschinenaustrag

14 Tage lang an der Luft getrocknet. Die Schwankungen zwischen Lufttrocknung und solcher im Trockenschrank sind unerheblich gegenüber dem wechselnden Feuchtigkeitsgehalt der gezogenen Fördergutproben. Versuchsweise wurden lufttrockne Proben im Trockenschrank nachgetrocknet, wobei sich herausstellte, daß der Feuchtigkeitsgehalt der luftgetrockneten Kohle 2% nicht überstieg und durchschnittlich bei 1,5% lag.

Da nach Auswiegen und Veraschen der lufttrocknen Erzeugnisse Anfall und Aschengehalt festliegen, kann die Waschkurve aufgestellt werden. Jedem Versuch schließt sich der Vergleichsversuch unmittelbar an. Erst nachdem dieser den Beweis für die erforderliche Genauigkeit der Untersuchung erbracht hat, erfolgt die endgültige Berechnung.

Abrieb.

Die Abriebbildung war beim Wenceslausflöz ungewöhnlich stark. Der durch ein 200-Maschensieb zurückgehaltene Abrieb betrug 25% des Setzgutes. Dabei gingen trotz sorgfältigen Arbeitens immer noch etwa 5% der Gesamtaufgabe verloren, die in der Hauptsache Tontrübe dargestellt haben dürften.

Zur Untersuchung des Mittelkorns diente die erwähnte U-Setzmaschine mit der Abänderung, daß die Steuerung der Preßluft durch ein normales Baumsches Ventil erfolgte. Die Probemenge wurde nach den im Versuchslaboratorium gemachten Erfahrungen und in Übereinstimmung mit den Angaben von Earl, Milliam und Bird[1] mit 60 kg angesetzt.

Der Glaszylinder der U-Setzmaschine faßte 20 kg; man gab aber nur 8–10 kg auf, weil sich das Setzgut sonst nicht genügend auflockerte. Die Hubzahl betrug 70–75 je min, die sichtbare Hubhöhe des Wassers 3–4 cm. Eine kurze Änderung von Hubzahl und Höhe begünstigte die Auflockerung des Setzgutes. Die Maschine lief jedesmal so lange, bis sich keine Veränderung in der Schichtung mehr zeigte, was nach 5–10 min eingetreten war, je nachdem es sich um kohlen- oder bergereiche Schichten handelte. Man strich stets gleiche Schichtstärken ab, deren Mindesthöhe nicht geringer als der größte Korndurchmesser war. Um diese Forderung zu erfüllen, mußte man die Schichten, genau wie beim Grobkorn, öfter vereinigen und erneut aufgeben. Beim ersten Setzversuch wurden 9, beim zweiten nur 8 Schichten gebildet, da die beiden letzten aus reinen Bergen bestanden.

Die Feststellung der spezifischen Gewichte erfolgte mit der Reimannschen Waage[2]. Die Bestimmung des Aschengehaltes entsprach der beim Grobkorn, mit dem Unterschied, daß die zur Zerkleinerung gehende Probe auf 1 kg heruntergeviertelt wurde. Der auf der U-Setzmaschine entstandene Abrieb betrug etwa 10% des Setzgutes, wobei der Setzgutträger mit einem Drahtgewebe von 1 mm Lochweite bespannt war.

Schwimm- und Sinkanalysen des Gutes von 7–0 mm.

Die benötigten Probemengen des Gutes von 7 bis 0 mm Korngröße waren klein genug, daß man sie der Schwimm- und Sinkanalyse unterziehen konnte.

Zunächst sei kurz auf die Anfallmengen und die Siebanalyse der Kornklassen von 7–0 mm eingegangen. Man wird nicht das ganze Gut durchsieben, sondern daraus eine Durchschnittsprobe entnehmen. Im vorliegenden Falle wurde eine Probe von 72,6 kg gezogen und auf einem Sieb von 2 mm Maschenweite abgesiebt. Das Gut von 2–0 mm unterteilte man nochmals, weil sich Korngrößen unter 0,4 mm nicht mehr in den üblichen Schwimm- und Sinkgefäßen durch die Schwerkraft allein genau trennen lassen. Aus einer Durchschnittsprobe, die 6888 g ergab, wurde durch das Prüfsieb Din 16 (0,385 mm Lochweite) die Korngröße unter 0,385 mm abgetrennt. Der Anfall des Feinkorns, auf die Probemenge von 72,6 kg bezogen, ergab für die Kornklassen von 7–2 mm 42,7%, 2–0,385 mm 35,97%, 0,385 bis 0 mm 21,33%. Der auf die Gesamtmenge von 80 bis 0 mm Korngröße umgerechnete Anfall ist auf S. 10 angegeben.

Folgende spezifische Gewichte der Lösungen erwiesen sich für die Kohle des Wenceslausflözes auf Grund vieler Versuche als zweckmäßig: 1,3; 1,36; 1,4; 1,5; 1,6; 2,0; 2,6. Die Werte bis 2,0 wurden durch Präzisionsaräometer, über 2,0 mit der Mohr-Westphalschen Waage ermittelt.

Die Untersuchung des Gutes von 2–0,385 mm erfolgte mit Hilfe der Schwimm- und Sinkanalyse in der Vorrichtung von Groß. Die Dauer eines Aufschwimmens und Absinkens betrug 1–3 h bis zur völligen Klärung der Flüssigkeit.

Die anfallenden Fraktionen liegen entsprechend den spezifischen Gewichten der Lösungen zwischen −1,3 und +2,6. Nach den frühern Feststellungen im Breslauer Institut können die spezifischen Gewichte −1,3 und +2,6 mit 1,29 und 2,7 angenommen werden. Die übrigen spezifischen Gewichte ergeben sich als Mittel zwischen 2 Fraktionen.

Die Probemenge für die Kornklasse von 7–2 mm betrug 2mal 1000 g. Die Trennung erfolgte durch Abschöpfen in einem Glasbehälter. Die Fallgeschwindigkeit dieser gröbern Klasse ist verhältnismäßig hoch. Die klare Trennung von leichtem und schwerem Gut ist innerhalb von etwa 15 min beendet, die Verdunstung von Tetrachlorkohlenstoff infolgedessen gering. Für die Kornklassen über 2 mm wird man daher das Schöpfverfahren seiner leichtern Handhabung wegen der Abtrennung im Schwimm- und Sinkgefäß vorziehen.

Bei dem feinen Korn unter 0,4 mm reicht die Beschleunigung durch die Schwerkraft für die Erreichung einer raschen und klaren Trennung nicht mehr aus. Auch spielen unvermeidliche Wärmeänderungen und die dadurch hervorgerufenen Strömungen in der Flüssigkeit eine große Rolle. Die Zerlegung in die einzelnen Fraktionen mit steigendem spezifischem Gewicht kann durch Schleudern erfolgen, wobei die Schwerkraft durch die Zentrifugalkraft ersetzt wird[1].

Man benutzte eine Schleuder mit 4 Bechern. Die Probemenge betrug je Versuch 80 g, die auf die 4 Einsatzgläser von je 50 cm³ Inhalt gleichmäßig verteilt und mit der betreffenden Lösung bis zur vollständigen Benetzung des Kohlenstaubes eingeteigt wurden, so daß nach Auffüllung der Gläser mit der schweren Lösung ein Volumenverhältnis fest : flüssig wie 1 : 3 bestand. Ein Verschluß mit dünnstem Cellophan verhinderte die Verdunstung. Die Schleuderdauer betrug bei 3000 Uml./min bis zur Trennung 10–12 min. Die Zentrifuge muß nach erfolgter Trennung ungebremst frei auslaufen, weil sich das Gut sonst in Spiralen an den Glaswänden absetzt und

[1] a. a. O.

[2] Kohle Erz 1928, Sp. 415.

[1] Z. Oberschl. V. 1927, S. 618.

teilweise eine Mischung der spezifisch schweren und leichten Schichten eintritt. Nach 10 min Absetzzeit waren die Lösungen völlig klar. Zweckmäßig unterteilt man die ganze Probe zunächst in Hälften, da die schwerere, im Unterteil des Glases befindliche Schicht sonst zu hoch werden und nur langsam trocknen würde. Bei der Versuchskohle wurde die Probe mit einer Lösung von s = 1,5 vorgetrennt und jeder der beiden Teile dann für sich weiterbehandelt. Eine Übersicht über den bisher erörterten Untersuchungsgang gibt Abb. 2.

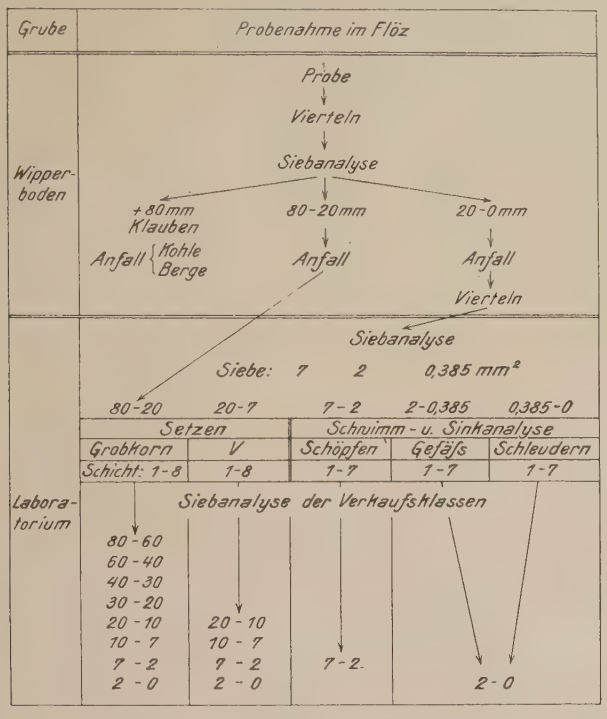


Abb. 2. Gang der Untersuchung.

Waschkurven.

Durch Aschengehalt und Anfall der einzelnen Schichten sind die Unterlagen für die Aufstellung der Waschkurven gegeben. Von jeder Kornklasse lassen sich auf Grund des Doppelversuches zwei Waschkurven zeichnen, die zu einer vereinigt werden. Die Übereinstimmung der Waschkurven von 2 Parallelversuchen dient als Beweis für die Richtigkeit der versuchsmäßigen Ermittlungen.

80–20 mm. Das frühzeitige und stetige Ansteigen der Kurve des mittlern Aschengehaltes läßt auf stetige Übergänge zwischen Kohle und Bergen schließen. Neben verhältnismäßig wenig Reinkohle sind viel durchwachsenes Gut und beträchtliche Bergebeimengungen vorhanden. Beim Waschen des Grobkorns auf 8 % Asche beträgt die Menge an Reinkohle rd. 41 %. Der Anfall an Mittelprodukt läßt sich nicht unmittelbar aus der Waschkurve ablesen, sondern muß aus einer neuen Waschkurve ermittelt werden, die am Ende des Konzentratausbringens ansetzt[1]. Als Mittelprodukt wird in der vorliegenden Arbeit ein Gut mit einem durchschnittlichen Aschengehalt von 30 % bezeichnet.

20–7 mm. Infolge des bessern Aufschlusses beträgt der Reinkohlenanfall hier 60 %, der dazugehörige niedrigste Aschengehalt der Berge 73,5 %. Ein Mittelprodukt bildet sich nicht, weil die aschenreichste noch in die Reinkohle gehende Schicht schon 30 % Asche enthält.

An dieser Stelle sei noch auf eine Eigentümlichkeit hingewiesen, die man mehr oder weniger bei sämtlichen Flözen beobachtet, nämlich das Sinken des Aschengehaltes in der letzten Schicht gegenüber der vorhergehenden. Mit dieser Erscheinung ist gleichzeitig eine Farbtonänderung der Asche verbunden. Während die Asche bei stetig steigendem Aschengehalt weiß bis schwachrötlich wird, ist sie beim Sinken des Aschengehaltes der letzten Schicht dunkelrotbraun. Der Grund für diese Farbtonänderung dürfte in dem Schwefelkiesgehalt der Kohle liegen. Der Schwefelkies gibt bei der Veraschung den Schwefel in Form von flüchtigem SO_2 ab, was gleichbedeutend ist mit einer Verringerung des Aschengehaltes, während anderseits das Eisen im wesentlichen zu Fe_2O_3 oxydiert wird und die Rötung der Asche hervorruft. Um Aufschluß über den Pyritgehalt zu erhalten, zerkleinerte man nach Heruntervierteln einer größern Probe 20 g unter 0,075 mm Korngröße und schleuderte sie in Azetylentetrabromid (s = 2,93), wobei sich der Pyrit sehr deutlich von den Bergen trennte.

Versuch: Einwaage 20 g, Rückwaage 19,76 g = 1,2 % Verlust; Berge 14,54 g = 73,58 %, Pyrit 5,22 g = 26,42 %. Die Veraschung ergab einen Aschengehalt der Berge von 83,726 %, des Pyrits von 65,053 %. Der Aschengehalt der reinen Berge wird also, wenn Berge und Pyrit zusammen verascht werden, auf $\frac{83{,}726 \cdot 73{,}58 + 65{,}053 \cdot 26{,}42}{100} = 78{,}79\,\%$ Asche erniedrigt. Außer dem Pyrit dürfte auch der Kalkgehalt der Berge eine Verminderung des Aschengehaltes herbeiführen, da $CaCO_3$ beim Erhitzen CO_2 abgibt. Weiterhin spaltet der Ton bei den Veraschungstemperaturen noch Hydratwasser ab.

7–2 mm. Die Erbskohle von 7–2 mm hat 67,5 % Ausbringen mit 8 % Asche. Ein Mittelprodukt ist nicht vorhanden.

2–0 mm. Das höchste Ausbringen haben die Staubkohlen bei 8 % Asche, nämlich 2–0,385 mm 73,5 %; 0,385–0 mm = 72,8 %; kein Mittelprodukt.

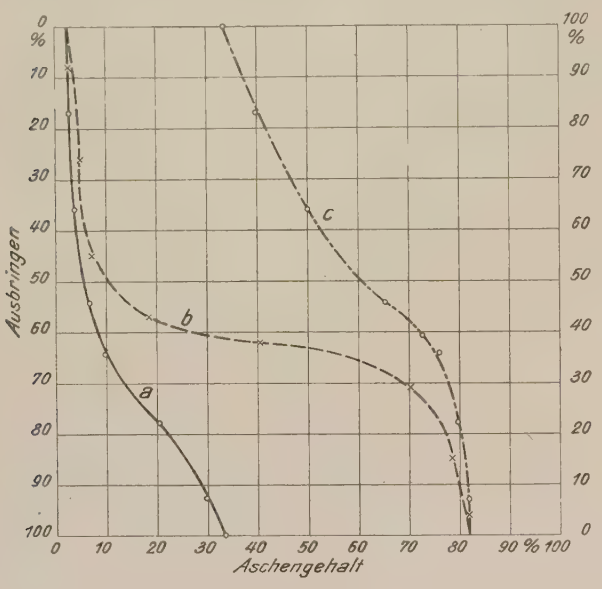
Abriebe. Im Wäschebetrieb der Wenceslausgrube geht sämtlicher Abrieb vom Grob- und Mittelkornsetzen in die Flotation. Den geringen Gütegrad zeigen seine Waschkurven. Beim Setzen scheinen in erster Linie tonige Mittel sowie Verwachsungen der gleichen Substanz abgerieben und ausgewaschen zu werden, während die Kohle in hohem Maße der zerkleinernden Einwirkung des Setzvorganges widersteht. Bemerkenswert ist, daß der Abriebanfall nicht im Verhältnis zur Probemenge steigt oder fällt, was durch Versuche im Laboratorium der Hochschule Breslau eindeutig nachgewiesen worden ist. Der Anteil des Abriebs bleibt bei wechselnder Aufgabemenge konstant.

Der Durchschnittsaschengehalt sämtlicher Abriebe beträgt mehr als 50 %. Beim Grobkornabrieb fallen 31,5 % Reinkohle und 3 % Mittelprodukt an, beim Mittelkornabrieb 33,5 % Reinkohle und 4 % Mittelprodukt.

Hauptwaschkurve 80–0 mm. Die Hauptwaschkurve (Abb. 3) stellt die Vereinigung sämtlicher untersuchter Kornklassen von 80–0 mm (mit Ausnahme

[1] Lowenz: Die Aufstellung und praktische Auswertung von Waschkurven für Steinkohlen, Bergbau 1921, S. 8.

des Klaubegutes) einschließlich des Abriebes dar. Die einzelnen Fraktionen werden nach steigendem Aschengehalt geordnet. Den Anfall der Kornklassen des



a Waschkurve, b mittlerer Aschengehalt der einzelnen Schichten, c Bergekurve.

Abb. 3. Hauptwaschkurve (80–0 mm) des Wenceslausflözes.

Fördergutes von 80–0 mm muß man gleich 100 % setzen, da ja das Gut über 80 mm nicht gewaschen wird. Umgerechnet auf die einzelnen Kornklassen ergibt sich:

mm		Anfall %		%
80,0	–20,0	25,30	Setzgut	18,77
			Abrieb	6,53
20,0	– 7,0	21,20	Setzgut	17,78
			Abrieb	3,42
7,0	– 2,0	22,85		
2,0	– 0,385	19,24		
0,385	– 0,0	11,41		
		100,00		

Zunächst werden die beiden Versuche einer Kornklasse vereinigt, so daß der Anfall beider Versuche gleich 100 % ist, und darauf die einzelnen Schichten nach steigendem Aschengehalt geordnet.

Als Beispiel sei die Mittelkornwaschkurve von 20–7 mm näher betrachtet. Der niedrigste Aschengehalt beträgt beim zweiten Versuch 4,37 % mit einem Anfall von 12,921 kg = 25,284 %. Das Setzgut beider Versuche hat ein Gewicht von 51,103 + 49,547 = 100,65 kg. An den vereinigten Versuchen hat die aschenärmste Schicht 12,921 kg von 100,65 kg = 12,838 % Anteil. Der Anteil der gesamten Kornklasse am Fördergut beträgt ohne Abrieb 17,78 %. In die Hauptwaschkurve ist also die aschenärmste Schicht des Mittelkornsetzversuches mit 12,838 % von 17,78 % = 2,283 % Anfall und 4,37 % Asche einzusetzen. In gleicher Weise werden sämtliche Fraktionen aller Kornklassen und der Abriebe anteilmäßig eingerechnet, wobei sich 141 Punkte ergeben. Eine Vereinfachung läßt sich dadurch erzielen, daß Fraktionen mit ungefähr gleichem Aschengehalt vereinigt werden, besonders kennzeichnende Punkte, wie Anfangs-, End- und Wendepunkte, aber bestehen bleiben. So kann man die Zahl der Kurvenpunkte bis auf die üblichen (8–10 Punkte) vermindern. Die mittlern Aschengehalte der vereinigten Fraktionen werden nach der Formel ermittelt $\frac{c_1 f_1 + c_2 f_2 + c_3 f_3 + \dots}{c_1 + c_2 + c_3 + \dots}$ = mittlerer Aschengehalt. c_1, c_2 usw. sind die Anfälle, f_1, f_2 usw. die Aschengehalte der einzelnen Fraktionen. Die anteilmäßige Menge ergibt sich aus der Summe der vereinigten Einzelhundertteile.

Nach der Hauptwaschkurve des Gutes von 80 bis 0 mm liegt das mittlere Ausbringen mit 8 % Asche für das Wenceslausflöz bei 60,8 %. Die aschenreichste zur Reinkohle gehörende Schicht hat 18,7 % Asche. Ein Mittelprodukt ist nicht vorhanden, weil die folgende Schicht über 40 % Asche hat. Der Anfall an Mittelprodukt aus dem Grobkornsetzen 80–20 mm ist also in der Hauptwaschkurve rechnerisch ausgeglichen, ein Fall, der im Wäschebetriebe nicht eintreten kann, es sei denn, daß die Mittelprodukte nachgewaschen werden. Wird das Gut von mehr als 80 mm Korngröße noch eingerechnet, so beträgt das Ausbringen mit 8 % Asche 56,706 %, mit 30 % Asche 1,710 % und 41,584 % Berge. Die Kohle des Wenceslausflözes ist also von sehr schlechter Beschaffenheit, was sich später auch in dem Endergebnis zahlenmäßig zeigt.

Die Durchschnittsaschengehalte und das Ausbringen mit 8 % Asche sind für die einzelnen Kornklassen sämtlicher Flöze in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

Kornklassen und Abrieb	Wenceslausflöz		3. Wilhelmflöz		Neues Flöz		5. Wilhelmflöz	
	Durchschn. Asche	Ausbringen mit 8 % Asche	Durchschn. Asche	Ausbringen mit 8 % Asche	Durchschn. Asche	Ausbringen mit 8 % Asche	Durchschn. Asche	Ausbringen mit 8 % Asche
mm	%	%	%	%	%	%	%	%
Kornklasse über 80,0	—	27,0	—	40,0	—	20,0	—	26,5
80,0–20,0	43,5	41,0	33,8	50,0	39,4	23,5	44,5	31,5
20,0– 7,0	34,0	60,0	21,2	75,5	24,3	65,5	33,3	59,0
7,0– 2,0	28,6	67,5	17,9	84,0	19,2	80,5	30,1	63,5
2,0– 0,385	25,1	73,5	13,5	91,5	15,0	89,0	20,3	80,5
0,385– 0,0	23,5	72,8	12,8	91,5	15,4	88,0	13,3	92,5
Abrieb von 80,0–20,0	52,2	31,5	44,4	44,0	36,7	50,5	44,4	40,7
20,0– 7,0	51,0	33,5	42,2	43,5	43,1	45,2	49,1	35,0

Siebanalysen der Verkaufskohle.

Beim Verkauf spielen die Korngrößen eine wichtige Rolle, da sie sehr verschieden bewertet werden. Die von der Grube angegebenen Preise (Abb. 7) erscheinen als sehr hoch, besonders für die Staubkohle von 2–0 mm und das Mittelprodukt. Dies erklärt sich aus der Verrechnung zwischen Grube, Brikettfabrik und Elektrizitätswerk, die alle derselben Gesellschaft gehören. Auf die tatsächlichen Sortenpreise kommt es aber bei der vorliegenden Untersuchung weniger an, da an ihre Stelle ohne weiteres Verhältniszahlen treten können.

Im Hinblick auf die verschiedenen Preise ist nun der Sortenanfall (Kornklassen) zu ermitteln. Dazu werden die aus Grob- und Mittelkornsetzversuch erhaltenen Fraktionen mit 8 % Asche in die Verkaufsklassen abgesiebt. Das Gut 7–2 mm ist schon bei der Aufstellung der Waschkurven in der Verkaufsklasse gewonnen worden. Der beim Grob- und Mittelkornsetzversuch entstandene Abrieb wird, wie auf der Grube, dem Feinkorn von 2–0 mm zugeschlagen.

Zur Siebanalyse faßt man die Kohle mit 8 % Durchschnittsasche von je zwei Parallelversuchen zusammen, um eine erhöhte Sicherheit für den Durchschnittsanfall zu erzielen. Die geforderten Mindestmengen[1] werden dabei sehr gut eingehalten. Die Ergebnisse dieser Absiebung für das Wenceslausflöz und die übrigen untersuchten Flöze sind in der Zahlentafel 2 wiedergegeben.

Zahlentafel 2. Siebanalysen der Verkaufskohlen mit 8 % Asche (1. vom Grobkornsetzversuch, 80 – 20 mm, 2. vom Mittelkornsetzversuch, 20 – 7 mm).

Verkaufsklassen mm	Wenceslausflöz %	3. Wilhelmflöz %	Neues Flöz %	5. Wilhelmflöz %
1.				
80–60	15,0	17,1	10,5	11,5
60–40	17,3	20,8	22,3	24,0
40–30	15,8	18,4	23,1	21,5
30–20	25,0	25,0	28,3	26,6
20–10	16,9	11,9	9,9	9,6
10–7	2,8	1,6	1,4	1,5
7–2	4,8	2,9	2,6	2,5
2–0	2,4	2,3	1,9	2,8
	100,0	100,0	100,0	100,0
2.				
20–10	55,6	55,6	57,3	53,9
10–7	24,7	24,7	23,9	25,5
7–2	16,3	16,3	17,2	15,4
2–0	3,4	3,4	1,6	5,2
	100,0	100,0	100,0	100,0

Bestimmung des absoluten Gewichtes von 1 m³ anstehender Rohkohle (spezifisches Gewicht des Flözes).

Aus den Siebanalysen der Förderkohle und der Verkaufsklassenaufteilung nach den einzelnen Waschkurven läßt sich die stoffliche Zusammensetzung von 1 t Fördergut errechnen. Zur Flözbewertung in der Grube wird aber bei allen Vorratsberechnungen und Abbauplänen das »Kubikmeter anstehender Kohle« benutzt. Um seinen stofflichen Inhalt zu erfassen, muß man noch das durchschnittliche spezifische Gewicht jedes Flözes bestimmen; es ergibt sich, wie eingangs ausgeführt, aus den Zahlenunterlagen für die Aufstellung der Waschkurven auf Grund einer Mischungsrechnung, bei der an die Stelle des Aschengehaltes das spezifische Gewicht der einzelnen Fraktionen tritt.

[1] Groß: Siebanalysen, Schwimm- und Sinkversuche zur Klärung und Überwachung von Aufbereitungsvorgängen, insbesondere der Schaum-Schwimmaufbereitung, Kohle Erz 1925, Sp. 671.

Als Beispiel sei die Berechnung des durchschnittlichen spezifischen Gewichtes der Kornklasse 7–2 mm durchgeführt. Die Anfälle in Gramm jeder einzelnen Schicht aus beiden Schwimm- und Sinkanalysen werden mit dem mittlern spezifischen Gewicht dieser einzelnen Fraktion vervielfacht und die einzelnen spezifischen Gewichte dann zum durchschnittlichen spezifischen Gewicht dieser Kornklasse vereinigt.

$$\frac{1{,}29\,(241{,}97 + 257{,}79) + 1{,}33\,(236{,}17 + 213{,}94) + 1{,}38\,(84{,}62}{N}$$

$$+ 82{,}85) + 1{,}45\,(75{,}54 + 68{,}40) + 1{,}55\,(33{,}74 + 46{,}27) + 1{,}8$$

$$\frac{(79{,}00 + 73{,}70) + 2{,}3\,(165{,}27 + 181{,}14) + 2{,}7\,(82{,}5 + 75{,}8)}{998{,}81 + 999{,}89}$$

$$= \frac{644{,}69 + 598{,}65 + 231{,}11 + 208{,}71 + 124{,}02 + 274{,}86 + 796{,}74}{1998{,}7}$$

$$+ \frac{427{,}41}{N} = \frac{3306{,}19}{1998{,}7} = 1{,}654.$$

Das mittlere spezifische Gewicht der Kornklasse 7–2 mm ist demnach s = 1,654.

Hat man das mittlere spezifische Gewicht jeder Kornklasse festgelegt, so wird nach demselben Verfahren das spezifische Gewicht der Summe aller Kornklassen und damit des Flözes ermittelt. Die Zusammensetzung muß anfallmäßig nach der Siebanalyse der Rohkohle erfolgen. Das spezifische Gewicht des Gutes über 80 mm ist unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes und des Aschengehaltes der einzelnen Kornklassen bestimmt

Zahlentafel 3.

Kornklassen und Abrieb mm	Anfall kg	Anfall %	Anfallmengen, verteilt auf Reinkohle %	Mittelprodukt %	Berge %	Ausbringen mit 8 % Asche %	Mittlere spezifische Gewichte
Kornklasse über 80	932	8,4	2,268	—	6,132	27,0	2,000
80–20	2555[1]	17,2[2]	7,052	1,49	8,658	41,0	1,784
20–7	2141[1]	16,3[2]	9,780	—	6,520	60,0	1,800
7–2	2307	20,9	14,108	—	6,792	67,5	1,654
2–0	3097	28,1	20,569	—	7,531	73,2	1,594
Abrieb von 80–20	—	6,0	1,890	0,22	5,951	31,5	2,051
Abrieb von 20–7	—	3,1	1,039			33,5	2,010

[1] Einschließlich Abrieb. — [2] Ohne Abrieb.

Zahlentafel 4. Verteilung der Verkaufskornklassen, der Mittelprodukte und der Berge in 1 m³ anstehenden Gutes sowie Verkaufserlöse beim Wenceslausflöz (Gewicht von 1 m³ anstehender Kohle 1,747 t).

Verkaufsklassen mm	Anfallmengen nach den Versuchen: 1. über 80 mm %	2. 80–20 mm %	3. 20–7 mm %	4. 7–2 mm %	5. 2–0 mm %	6. Abrieb 80–20 mm %	7. Abrieb 20–7 mm %	Summen von 1–7 %	In 1 m³ sind enthalten t	Kornklassenerlös je t ℳ	Wert der Kornklasse in 1 m³ ℳ
über 80	2,268							2,268	0,03962	19,60	0,78
80–60		1,058						1,058	0,01848	19,60	0,36
60–40		1,229						1,220	0,02131	19,60	0,42
40–30		1,114						1,114	0,01946	18,50	0,36
30–20		1,763						1,763	0,03080	16,00	0,49
20–10		1,192	5,438					6,630	0,11583	15,50	1,80
10–7		0,197	2,416					2,613	0,04565	15,00	0,69
7–2		0,339	1,594	14,108				16,041	0,28024	13,75	3,85
2–0		0,169	0,332		20,569	1,890	1,039	23,999	0,41926	12,10	5,07
Mittelprodukte		1,49				0,22		1,710	0,02987	3,30	0,10
Berge . .	6,132	8,658	6,520	6,792	7,531	5,951		41,584	0,72647		
							zus.	100,000	1,74699		13,92

worden. Das spezifische Gewicht des gesamten Wenceslausflözes beträgt s = 1,747.

Die Zahlentafel 3 enthält die Siebanalyse des Rohgutes und dessen Zusammensetzung aus Reinkohle mit 8 % Asche, Mittelprodukt mit 30 % Asche und Bergen; ferner das Ausbringen der einzelnen Kornklassen mit 8 % Asche und die mittlern spezifischen Gewichte der Kornklassen.

Die Verteilung der Verkaufskornklassen, der Mittelprodukte und der Berge in 1 m³ anstehenden Gutes sowie die Verkaufserlöse sind in der Zahlentafel 4 verzeichnet.

Zum bessern Verständnis möge die Berechnung der Sorten in 1 m³ anstehender Kohle für die Grobkornklasse 80–20 mm dienen. Nach der Siebanalyse des Rohgutes hat diese Klasse 17,2 % Anteil an der Gesamtförderung (ohne Abrieb). Die Waschkurve zeigt ein Ausbringen von 41 % an. Der Anteil an Reinkohle beträgt 7,052 % als 41 % von 17,2 %. Der Anfall an Mittelprodukt wird auf gleiche Weise bestimmt. Der Bergeanfall ist dann als Restglied von Reinkohle und Mittelprodukt gegeben. Den Klassenanteil der Reinkohle in 1 m³ anstehender Kohle erhält man aus der Verkaufskohlensiebanalyse (Zahlentafel 2). Danach beträgt z. B. der Sortenanfall von 30–20 mm 25 %. Der Mengenanteil in 1 m³ anstehender Kohle ist dann 25 % von 7,052 % = 1,763 %. In gleicher Weise ermittelt man sämtliche übrigen Zahlen. Die Verkaufskohlenanfälle aus verschiedenen Versuchen in derselben Kornklasse werden sinngemäß in den Summenhundertteilen vereinigt. Sämtliche Reinkohlenanteile + Mittelprodukte + Berge ergeben dann die Zusammensetzung von 1 m³ anstehender Kohle, dessen absolutes Gewicht vorher zu 1,747 festgestellt worden ist. Die Gewichtsmenge in kg läßt sich z. B. für die Kornklasse 2–0 mm feststellen als 23,999 % von 1747 = 419,26 kg. Da die Verkaufspreise für jede Sorte feststehen, erzielt die Kornklasse 2–0 mm in 1 m³ anstehender oder abgebauter Kohle 5,07 ℳ Erlös (419,26 · 0,0121 = 5,07 ℳ). Die Summe der Erlöse für Reinkohle und Mittelprodukte ergibt dann den ideellen Verkaufswert von 13,92 ℳ.

3. Wilhelmflöz.

Die Untersuchungen der andern Flöze werden hier nur so weit erörtert, wie Besonderheiten und abweichende Zahlenwerte auftreten.

Als zweitwichtigstes Flöz mit 28 % der Gesamtförderung ist das 3. Wilhelmflöz untersucht worden. Es ist ungestört gelagert und einheitlicher ausgebildet als das Wenceslausflöz, wenn es auch unregelmäßig verteilte Mittel aufweist. Seine Mächtigkeit beträgt durchschnittlich 2 m, das Einfallen etwa 30°.

Die Probemenge wurde hier beim Grobkornsetzversuch nur auf 2mal 700 kg, beim Mittelkorn auf 42 kg bemessen. Im übrigen waren die Versuchsbedingungen dieselben wie beim Wenceslausflöz.

Ein Bild der Flözbeschaffenheit gibt die Hauptwaschkurve (Abb. 4). Danach ist das Flöz erheblich besser als das Wenceslausflöz. Sein durchschnittlicher Aschengehalt beläuft sich auf 21,6 %. Die Kurve der mittlern Aschengehalte ist bis zu 50 % Ausbringen steil, der höchste Aschengehalt beträgt bis dahin 5 %. Kohle und Berge sind also scharf getrennt. Bei 57,5 % Ausbringen deutet das Abbiegen und das stetige Ansteigen der Kurve nach rechts auf verwachsenes Gut hin. Da aber ein verkaufsfähiges Erzeugnis mit 8 % Asche zugrunde gelegt ist, kann das Mittelprodukt bis zu einem Höchstaschengehalt von 36 % der Reinkohle zugemischt werden. Das Reinkohlenausbringen beträgt demnach rd. 76 %. Ein Mittelprodukt fällt nicht an.

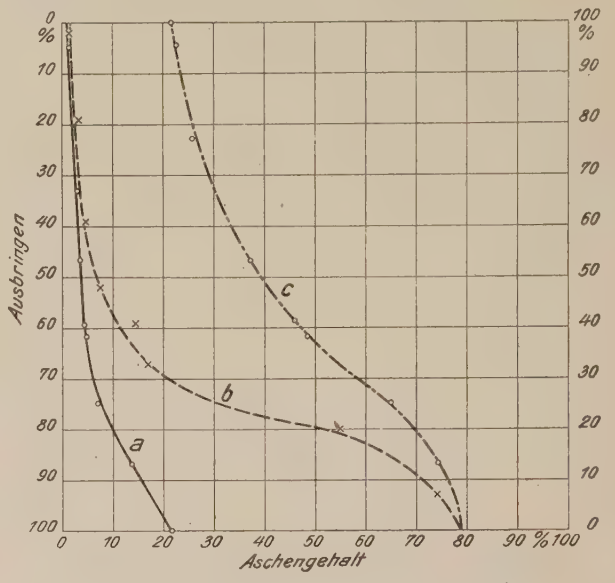


Abb. 4. Hauptwaschkurve des 3. Wilhelmflözes.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Kohle des 3. Wilhelmflözes bei einem Verkaufsaschengehalt von 8 % gut verwaschbar ist, also der im Aufbereitungsvorgang verlangten scharfen Trennung zwischen Reinkohlen und Reinbergen keine Schwierigkeiten entgegensetzt.

Durchschnittsaschengehalt und Ausbringen der Kornklassen sind in der Zahlentafel 1 enthalten. Die Waschkurven sämtlicher Kornklassen zeigen einen normalen Verlauf, so daß sich ein weiteres Eingehen darauf erübrigt.

Das Flöz weist ein spezifisches Gewicht von 1,598 und einen Erlös von 16,16 ℳ/m³ auf. Der Preisunterschied gegenüber dem Wenceslausflöz beträgt demnach 2,24 ℳ je m³ anstehender oder abgebauter Kohle. Dieser Mehrerlös erklärt sich 1. durch das niedrigere spezifische Gewicht, den geringern Aschengehalt und das dadurch bedingte höhere Ausbringen; 2. durch den für die Preisgestaltung günstigern Klassenanfall. Dieser beträgt z. B. in der Kornklasse 80–20 mm 29,6 % gegenüber nur 23,2 % beim Wenceslausflöz, während sich das Ausbringen wie 50 : 41 % verhält. Aus der Zahlentafel 1 gehen diese Unterschiede klar hervor.

Weitern Untersuchungen bleibt die Feststellung vorbehalten, inwieweit man durch geeignetere Abbauverfahren den Anfall der für die Preisgestaltung günstigen Kornklassen zu erhöhen vermag.

Neues Flöz.

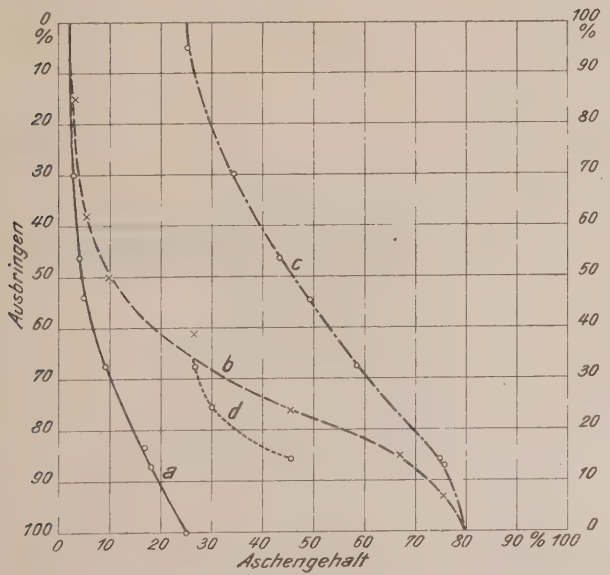
Das mit 10 % an der Förderung beteiligte Flöz zeigte die gleichen Lagerungsverhältnisse wie die beiden zuerst behandelten. Dem Augenschein nach war die Stückkohle in weitem Maße frei von Verwachsungen. Die Waschkurven ergaben aber besonders in der Grobkornklasse 80–20 mm ein ganz anderes Bild von der Beschaffenheit des Gutes. Der Anfall an Kohle mit 8 % Asche beträgt nur 23,2 % und ist damit der geringste bei allen 4 untersuchten

Flözen. Dafür fällt das unerwünschte Mittelprodukt mit rd. 43 % an.

Bei dem Mittelkorn 20–7 mm beträgt das Reinkohlenausbringen 65,5 % mit einem Mittelproduktanfall von rd. 12 %.

Die Kohlenklassen unter 7 mm Korngröße sind im Vergleich zu dem Rohfördergut der übrigen untersuchten Flöze als sehr gut zu bezeichnen (Zahlentafel 1). Das Ausbringen an Reinkohle beläuft sich bei der Kornklasse 7–2 mm auf 80,5 %, bei der Staubkohle von 2–0 mm auf 88,5 %. Ein Mittelprodukt fällt nicht an.

Bei der Untersuchung des Neuen Flözes hat sich also herausgestellt, daß für einen guten Wirkungsgrad des Waschvorganges ein weitgehender Aufschluß des Fördergutes bis auf 7 mm Korngröße notwendig ist. Dabei besteht die Voraussetzung, daß diese kleinern Kornklassen, wenn auch ihr Erlös geringer ist, durch ihr erheblich höheres Ausbringen die Preisgestaltung günstig beeinflussen. Es wäre zu untersuchen, ob man den höhern Anfall an Kleinkornklassen durch Abbaumaßnahmen erzielen kann, oder ob sich bei gleicher Abbauart eine Vorzerkleinerung des Grobkorns wirtschaftlich und betriebstechnisch durchführen läßt. Leider hat die inzwischen erfolgte Stilllegung der Wenceslausgrube eine solche Untersuchung verhindert. Wie wichtig die Feststellung der Zusammensetzung von 1 m³ anstehenden Gutes ist, hat sich gerade am Neuen Flöz gezeigt. Seine Vorrichtung war kurz vor Beginn der Untersuchungen beendet, und es hatte allmählich einen Anteil von 10 % an der Förderung erreicht. Gleichzeitig machten sich, hervorgerufen durch übermäßigen Anfall an Mittelprodukt, starke Schwankungen im Waschbetriebe der Grobkornklasse 80–20 mm bemerkbar. Daß die Ursache hierfür in der petrographischen Beschaffenheit der Grobkohle des Neuen Flözes zu suchen war, wurde nicht erkannt. Je mehr man das Neue Flöz an der Förderung beteiligt hätte, desto schlechter wäre das Ausbringen an Reinkohle in der Kornklasse 80–20 mm geworden.



a–c wie in Abb. 3; d Mittelproduktkurve.

Abb. 5. Hauptwaschkurve des Neuen Flözes.

Auch in der Hauptwaschkurve (Abb. 5) kommt diese schlechte Waschbarkeit der Grobkornklasse zum Ausdruck. Die Kurve der mittlern Aschengehalte geht hier schon bei 50 % Ausbringen in das Gebiet der Verwachsungen mit mehr als 10 % Asche hinein und zeigt dann durch ihr scharfes Abbiegen nach rechts einen schnell ansteigenden Verwachsungsgrad. Das Ausbringen an Reinkohle beträgt demnach 63,5 %, und trotz der guten Beschaffenheit des Gutes unter 7 mm Korngröße fallen noch 12,8 % Mittelprodukt mit 30 % Asche an. Der niedrigste Aschengehalt der abgestoßenen Reinberge beträgt 47,5 %.

Die anteilmäßige Zusammensetzung sämtlichen Rohgutes in 1 m³ anstehender Kohle ist aus Abb. 7 ersichtlich. Das Ausbringen an Reinkohle beläuft sich danach für das Gesamtflöz auf 59,4 %, der Anfall an Mittelprodukt auf 12 % und der Bergeanteil auf 28,6 %. Im Vergleich zum Wenceslausflöz ist der Klassenanfall im Fördergut für den Preiserlös günstiger. Durch das schlechte Ausbringen an verkaufsfähigem Gut in den Kornklassen über 20 mm wird jedoch dieser günstige Umstand aufgehoben. Das gute Ausbringen des Kornes unter 20 mm wiegt die Verluste der Grobkornklassen nicht auf. Aus diesem Grunde beträgt der Preisunterschied gegenüber dem Wenceslausflöz nur 0,11 ℳ, der Gesamterlös je m³ anstehender Kohle 14,03 ℳ.

5. Wilhelmflöz.

Hinsichtlich der Beschaffenheit dieses 10 % der Förderung liefernden Flözes gelten die Ausführungen über das Wenceslausflöz.

Bei der Waschkurve des Grobkorns 80–20 mm deutet das zeitliche und stetige Ansteigen der Kurve der mittlern Aschengehalte wieder auf viel verwachsenes Gut hin. So fällt neben einem Reinkohlenausbringen von 31,5 % ein Mittelprodukt mit 27,05 % an. Die aschenärmste Schicht der abgestoßenen Berge hat 70 % Asche.

Die Waschkurven der übrigen Kornklassen und des Abriebes zeigen keine Besonderheiten, auch fällt kein Mittelprodukt mehr an. Das Gut unter 20 mm Korngröße ist also so weit aufgeschlossen, daß Kohlen und Berge im Waschvorgang genügend scharf getrennt werden können.

Die in der Hauptwaschkurve (Abb. 6) zusammengefaßten Kornklassen geben für die Waschkohlen des 5. Wilhelmflözes ein wenig günstiges Bild. Das Reinkohlenausbringen erreicht nur einen Betrag von 61 %,

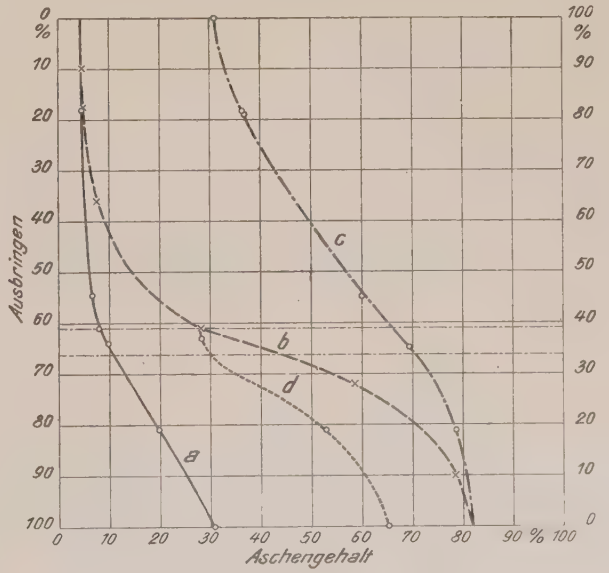
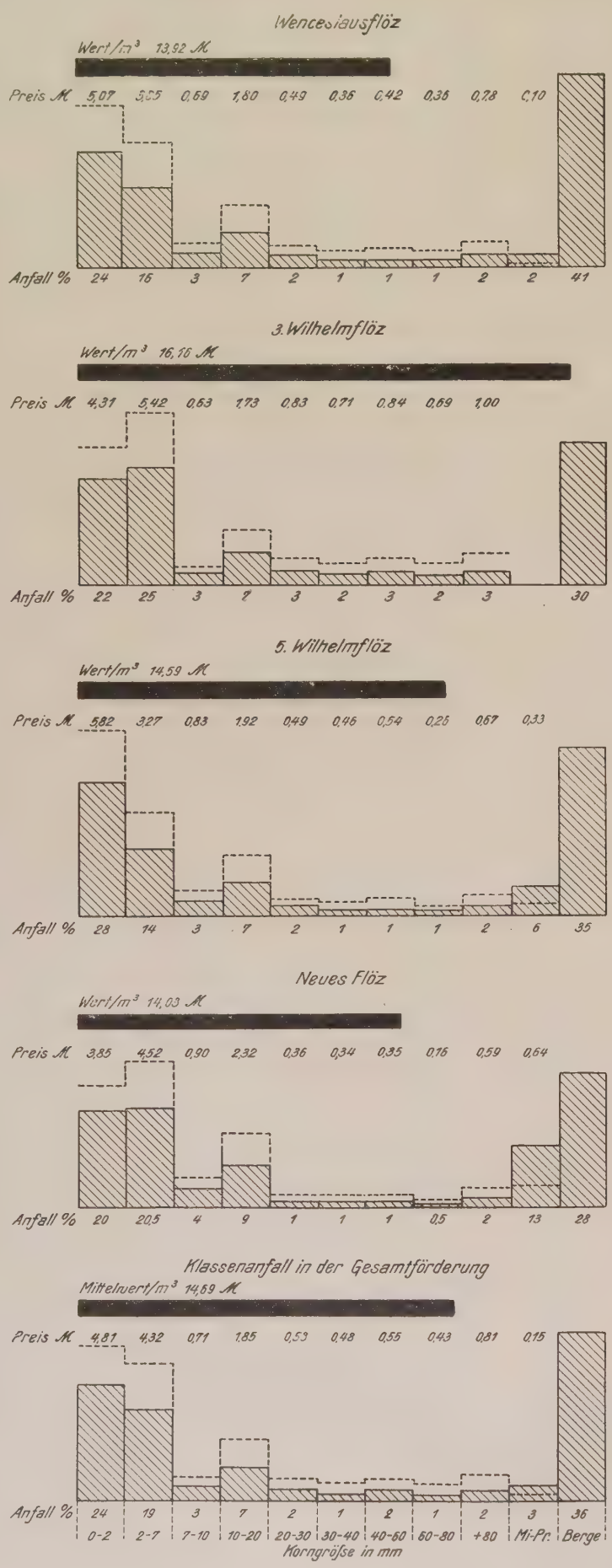
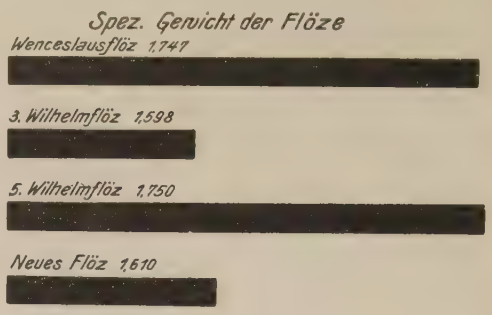


Abb. 6. Hauptwaschkurve des 5. Wilhelmflözes.





Sortenpreise.

Korngröße mm	Preis ℳ/t
0—2	12,10
2—7	13,75
7—10	15,00
10—20	15,50
20—30	16,00
30—40	18,50
40—60	19,60
60—80	19,60
+ 80	19,60
Mittelprodukt	3,30

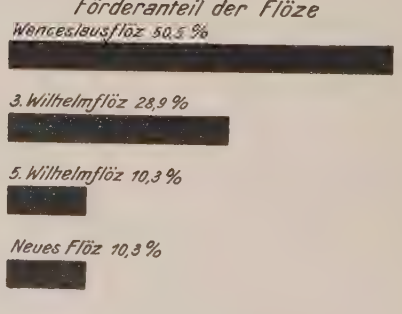


Abb. 7. Stoffliche Bilanz der Wenceslausgrube in Niederschlesien.

während ein Mittelprodukt in Höhe von 5 % anfällt. Der niedrigste Reinbergeaschengehalt ist 70,5 %.

In 1 m³ anstehenden Gutes beträgt der Reinkohlenanfall 58,91 %, der Anteil an Mittelprodukt 5,68 % und der Bergegehalt 35,41 %. Der bestmögliche Verkaufserlös stellt sich auf 14,59 ℳ.

Der Preisunterschied von 0,67 ℳ gegenüber dem Wenceslausflöz gründet sich auf den größern Kornklassenanfall über 7 mm. Der Erlös daraus ist trotz des geringen Ausbringens im 5. Wilhelmflöz (Zahlentafel 1) größer als beim Wenceslausflöz. Außerdem stellt sich das Staubkohlenausbringen des 5. Wilhelmflözes bei etwa gleichem mengenmäßigem Anfall um 14,5 % höher.

Erörterung der Gesamtergebnisse.

Aus Abb. 7, die eine Übersicht über den Sortenanfall, den Gesamterlös und die Einzelpreise gibt, geht eindeutig hervor, daß der Gütegrad eines Flözes, d. h. der Verkaufserlös je m³ anstehender oder abgebauter Kohle, nicht allein durch seinen Aschengehalt bedingt ist, sondern daß der anteilmäßige Klassenanfall mit den zum Teil weit auseinanderliegenden Erlösen für die einzelnen Kornklassen die Preisgestaltung erheblich beeinflußt.

Hiermit ist der Zweck der Arbeit, einen Beitrag zur sachmäßigen Bewertung von 1 m³ anstehender Steinkohle zu liefern, erfüllt. Zwischen dem besten und dem schlechtesten Flöz besteht ein Preisunterschied von 2,24 ℳ/m³, d. h., auf das schlechteste Flöz bezogen, von rd. 16 %. Dieses Ergebnis ist gewiß schon von Bedeutung, es läßt aber nicht die tatsächliche Gewinnmöglichkeit erkennen, weil ja die errechneten Summen zunächst nur den höchstmöglichen Erlös ohne Berücksichtigung der Kosten darstellen. Um ein wahres Bild über den wirtschaftlichen Wert des Flözes zu erhalten, hat man noch sämtliche Zahlen der Betriebsstatistik und ihre Auswertung in Betracht zu ziehen. So sind die Gewinnungskosten je t bei jedem einzelnen Flöz bekannt, die Waschkosten sollten es sein. Setzt man die wechselnden Gewinnungs- und Waschkosten sowie die aus den Verhältnissen bedingten Abbauverluste als Veränderliche in Beziehung zum ideellen Verkaufserlös, so wird man der tatsächlichen Güteziffer eines Flözes bereits näher kommen. Zu den angegebenen Abbauverlusten treten schließlich noch unterschiedliche Waschverluste hinzu. Somit bedeutet diese Arbeit nur eine Teillösung der ganzen Bewertungsfrage, der sich die Untersuchung des Waschbetriebes, gestützt auf Waschkurven und Siebanalysen, anschließen muß.

Wenn auch noch andere Umstände die wirtschaftliche Ausbeutung einer Lagerstätte beeinflussen, so geben doch die vorliegenden Untersuchungen der Grubenleitung Anhaltspunkte, wie sie die Abbauführung den Wirtschaftsbedürfnissen zum mindesten hinsichtlich der Sortenfrage anzupassen vermag, und beweisen anderseits die Wichtigkeit einer eingehenden Flözuntersuchung. Besteht Bedarf für eine bestimmte Kornklasse, so zeigt die Flözzusammenstellung sofort, welches Flöz man stärker angreifen muß, um ein größeres Ausbringen der verlangten Sorte zu erhalten. Fordert der Markt andere Aschengehalte, so lassen sich das Ausbringen und der Preis für 1 m³ Gut in kürzester Zeit errechnen.

Derartige Flözuntersuchungen dürften wenigstens für eine Abbauzeit von 3–4 Jahren Gültigkeit haben, falls nicht durch eine anders geartete Abbauführung grundlegende Änderungen im Klassenanfall und Aschengehalt hervorgerufen werden.

Zusammenfassung.

Die angestellten Versuche und Berechnungen bezwecken die Feststellung der relativen Bauwürdigkeit, d. h. des Höchstwertes eines Flözes, auf 1 m³ anstehender Kohle umgerechnet. Bekannte Verfahren der Aufbereitungstechnik, wie Siebanalysen und Waschkurven, bilden die Grundlagen der Bewertung. Die als Beispiel an Flözen der Wenceslausgrube durchgeführte Untersuchung hat für die einzelnen Flöze Unterschiede bis zu 16 % ergeben.

Druck von C. W. Haarfeld, G. m. b. H., Essen

Lebenslauf.

Ich, Karl Zobel, bin am 28. Februar 1903 als Sohn des Oberingenieurs Otto Zobel in Jünkerath (Rhld.) geboren. Ich besuchte die Realgymnasien in Aachen und Bromberg sowie die Gymnasien in Diedenhofen und Königshütte (O.-S.), wo ich im Februar 1922 die Reifeprüfung bestand. Nach anderthalbjähriger praktischer Tätigkeit widmete ich mich dem Studium des Bergfachs an der Technischen Hochschule Breslau und bestand dort das Diplomhauptexamen im November 1929. Im folgenden Monat begann ich mit der Ausarbeitung der vorliegenden Dissertation unter Leitung des Herrn Professors Dr.-Ing. Groß und promovierte am 18. Mai 1931 zum Dr.-Ing.